

SUPERCritical DRIER

Publication number: JP2001324263

Publication date: 2001-11-22

Inventor: IKUTSU HIDEO

Applicant: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE

Classification:

- international: **F26B3/04; F26B21/14; H01L21/027; H01L21/304;**
F26B3/02; F26B21/14; H01L21/02; (IPC1-7): F26B3/04;
F26B21/14; H01L21/027; H01L21/304

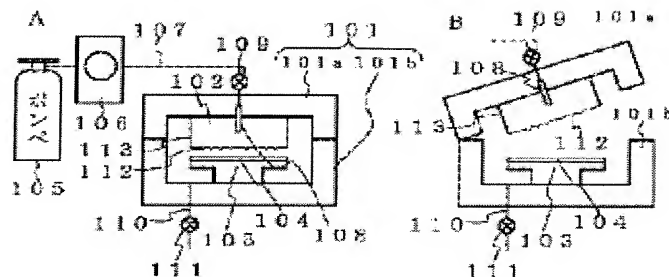
- European:

Application number: JP20000141273 20000515

Priority number(s): JP20000141273 20000515

Abstract of JP2001324263

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to carry out supercritical drying in a state wherein occurrence of pattern failure is inhibited as much as possible. **SOLUTION:** A diagonal flow plate 112 opposite to a substrate disposing table 103 is provided between a nozzle 108 and the substrate disposing plate 103. The diagonal flow plate 112 is disposed substantially in parallel with a substrate 104 disposed on the table 103.



(12) 公開特許公報 (A)

(51) Int. Cl.⁷
F26B 3/04
21/14
H01L 21/027
21/304
651

(11) 特許公開公報番号
特開2001-324263
(P 2001-324263 A)
(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001.11.22)

F I
F26B 3/04
21/14
H01L 21/027
21/304
651

特開2001-324263
(P 2001-324263 A)
(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001.11.22)

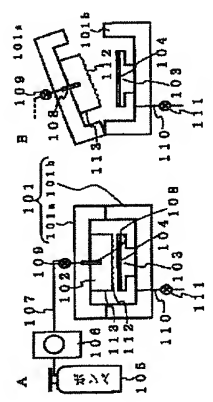
(51) 出願番号 特願2000-141273 (P 2000-141273)
(22) 出願日 平成12年5月15日 (2000.5.15)

(71) 出願人 000004226
日本電信電話株式会社
東京千代田区大手町二丁目3番1号
生津 英夫
東京千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
(74) 代理人 100064621
弁理士 山川 政樹
Fターム(参考) 3L113 A001 B002 AC28 AC46 AC48
AC57 AC75 B434 D124
5F046 LA18 LA19

(72) 発明者
生津 英夫
東京千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
(74) 代理人 100064621
弁理士 山川 政樹
Fターム(参考) 3L113 A001 B002 AC28 AC46 AC48
AC57 AC75 B434 D124
5F046 LA18 LA19

(54) 【発明の名称】 超臨界乾燥装置

(57) 【要約】
【課題】 パターン倒れの発生を極力抑制した状態で超臨界乾燥が行えるようにする。
【解決手段】 ノズル108と基板載置台103との間に、基板載置台103に面向して斜流板112を設け、また、斜流板112は、基板載置台103上に載置される基板104に対して、実質的に平行となるように配置する。



【発明の属する技術分野】 本発明は、リンス処理の後の乾燥におけるリンス液の表面張力による微細なパターンの倒れを抑制する超臨界乾燥を行う超臨界乾燥装置に関する。

【0002】
【従来の技術】 近年、MOSLSIの大規模化に伴い、チップの大型化とともにLSI製造におけるパターンの微細化が推進されており、今や線幅が100nmをきるパターンが形成されるに至っている。線幅が狭くなると言うことは、結果的にアスペクト比(高さ/幅)の大きなパターンを形成することになる。このように、LSIを始めとする大規模・高性能デバイスを製作するためには、微細なパターンが必要となる。

【0003】 この微細なパターンは、例えば、露光、現像、リンス処理を経て形成される。光やX線または電子線に感光性を有するレジストのパターンである。また、これらレジストパターンをマスクとした選択エッチングによる、エッチング、水蒸、リンス処理を経て形成される酸化物などの無機材料からなるエッチングパターンである。前述したレジストパターンは、有機材料である感光性レジストの膜をリソグラフィ技術で加工することにより形成できる。感光性レジストの膜に露光を行うと、露光された領域の分子構造が変化し、未露光の領域との間に現像液に対する溶解性差が生ずるので、この差を利用して現像処理により感光性レジストの膜より微細なパターンが形成できる。

【0004】 上記の現像処理では、現像液を供給して、例えば、やがて露光の領域も現像液に溶解し始めてパターンの消滅してしまうので、リンス液によるリンス処理を行って現像を停止している。最終的に、乾燥してリンス液を除去することで、加工マスクとしてのレジストパターンがレジスト膜に形成できる。このような微細なパターン形成における乾燥時の大きな問題点として、図9A～Cの工程図に示すようなパターンの倒れがある。

【0005】 アスペクト比の大きい微細なレジストのパターンは、現像を施した後でリンス液で洗浄、乾燥を経て形成される。レジスト以外でもアスペクト比の大きな微細パターンは形成される。例えば、レジストパターンをマスクに基板をエッチングし、高アスペクト比の基板パターンを形成する場合、エッチングの後で洗浄し、図9Aに示すように、基板901と共に基板パターン902を水903に浸漬してリンス液で洗浄する。その後、乾燥を行うことになる。

【0006】 ところが、図9Bに示すように、乾燥時には、基板パターン902の間に残った水903と、外部の空気904との圧力差により、曲げ力(毛細管力)905が働く。この結果、図9Cに示すように、基板901上で基板パターン902のパターン倒れが発生する。この倒れ現象はパターンが高アスペクト比になるほど顕著になる。上記毛細管力は、水などのリンス液とパタ

広がる複数の開口部121を放射状に配置している。また、図2Aおよび図2Bの側面図に示すように、円板の同一周方向に同一の角度（例えば斜流板112の平面に対して10°）で開いたフィン122が、開口部121それぞれに形成された構造となっている。また、図1Aに示すように、斜流板112は、基板104が配置される方向にフィン122が広がっているように、固定部材113を介して容器101aに固定されている。

【0023】容器101に圧送されてきた液化二酸化炭素は、ノズル108より吐出して斜流板112に流入し、斜流板112に流入した液化二酸化炭素は、斜流板112上で四方に拡散し、斜流板112上で四方に拡散した液化二酸化炭素は、開口部121より斜流板112下側の基板104方向に流れ出す。このとき、開口部121にはフィン122が設けられているので、開口部121より下側に流れ出した液化二酸化炭素は、フィン122により基板104の中心部より放射状に配置され、フィ

ン122は斜流板112の周方向に向いている。【0024】このため、基板104表面では、流入しての周方向への流れが形成される。したがって、斜流板112を介して基板104上に入流してきた液化二酸化炭素は、基板104上を回転するように基板中心から外周へ流れいくようになる（図3）。この結果、リンス処理を行った結果リンス液が付着している微細なパターンが形成された基板104を本装置で処理した場合、新たに流入した液化二酸化炭素により、すでに基板の上に流入してリンス液が流入した液化二酸化炭素が、基板外周へ押し流される状態となる。また、斜流板112を基板104と同程度の広さに形成しておけば、基板104が直に液化二酸化炭素を供給できることになる。なお、上記とは逆に、基板外周から基板内周に向かって液化二酸化炭素の流れが形成されるようにしてもよく、基板全体に液化二酸化炭素が均等に流れる状態が得られれば、同様の効果を得られる。

【0025】つぎに、本超境界乾燥装置を用いた超境界乾燥方法について説明する。以下では、基板上に電子線ポジ型レジストZEP-7000（日本ゼオン製）を用いてパターンを形成し、このパターン形成におけるリンス処理の後、超境界乾燥を行う場合について説明する。パターンは、上記レジストを厚さ250nm程度に基板に塗布して形成した。パターン幅とパターン間隔は、50〜200nmの範囲で複数個形成した。また、リンスでは、リンス液として2-プロパノールを用いた。【0026】まず、図4Aに示すように、リンス液401すなわち2-プロパノールで濡れている基板104を、基板載置台103（図1A）上に載置し、反応室102

を密閉状態とした後、圧送ポンプ106を動作させかつバルブ109を開放し、ポンプ105より液化二酸化炭素をノズル108に圧送し、ノズル108先端より液化二酸化炭素を約100ミリリットル/minで吐出させる。また、バルブ111の開放量を制御することで、反応室102内の圧力、すなわち基板104およびパターン104a周囲の圧力を7.5MPaとし反応室102内の温度を23℃とした。

【0027】ノズル108より吐出した液化二酸化炭素は、斜流板112を介して基板104上に到達し、図4Bに示すように、基板104表面は液化二酸化炭素402に浸漬した状態となる。このとき、上述したように、基板104上を回転するように基板中心から外周へ流れいく液化二酸化炭素の流れが形成され、パターン104a間のリンス液も効率よく液化二酸化炭素に置換される。

【0028】この置換処理を20分間行ったら、反応室102内の圧力を7.5MPaのままとし、加えて液化二酸化炭素の温度を35℃にして超境界状態とし、基板104に超境界二酸化炭素が流入する状態とし、図4Cに示すように、パターン104aの周囲を超境界二酸化炭素403とする。この後、バルブ111の開放量を増大させ、反応室102内の圧力を低下させて超境界二酸化炭素を気化させれば、図4Dに示すように、パターン401a間にリンス液が満ちることなく、パターン毎の液が乾燥する。

【0029】上記のことに対し、斜流板を用いずに超境界乾燥を行った場合、パターン倒れが発生していた。このように、本実施の形態の超境界乾燥装置を用いれば、斜流板の作用により、パターン倒れのない状態で超境界乾燥を行うことが可能となる。なお、液化二酸化炭素の圧送速度は速いほど、斜流板による液化二酸化炭素の圧送に流す効果が高くなる。例えば、液化二酸化炭素の圧送速度を20ミリリットル/minとした場合、斜流板を配置しても、液化二酸化炭素の基板に対する流入角度が垂直に近くなるため、上記効果があまり得られない。しかしながら、液化二酸化炭素の圧送速度を100ミリリットル/minとした場合、斜流板を配置したことにより、液化二酸化炭素の基板に対する流入角度が垂直から大きく角度が付くようになり、リンス液の置換がより効率的に行われるようになる。

【0030】なお、斜流板は、図5、図6、図7に示す構造としてもよい。図5Aの平面図に示す斜流板501は、円板状に形成され、同一円周上に複数の開口部502を備え、各々の開口部502に同一周方向を向いて形成されたフィン503を備えるものである。図5Bは、図5AのXX断面を示しており、図5Aは図5Bの上方より見た状態を示している。斜流板501の中心部に流入した液化二酸化炭素は、斜流板501周囲に広がり、

開口部502よりフィン503形成側に流れ、フィン503より斜流板501の円周方向に向く斜流となつて下方に流出する。

【0031】図6Aの平面図に示す斜流板601は、複数の開口部602を備えている。図6Bは、矢印Yの方向から見た開口部602部分の側面図を示し、図6Cは、矢印Xの方向から見た開口部602の側面図を示している。開口部602を形成する凸状の部分、処理対象の基板が載置される側に形成されている。開口部602は、円板状の斜流板601の中心を通る直交線でも4分割した4つの領域内では、同一の方向を向いている。図6Aにおいて、右側の領域に配置された開口部602は、直交線のx軸の方向を向いている。右側の領域に配置された開口部602は、直交線のy軸の方向を向いている。左下の領域に配置された開口部602は、直交線のy軸の方向を向いている。左下の領域に配置された開口部602は、直交線のx軸の方向を向いている。

【0032】図7の平面図に示す斜流板701は、複数の開口部702が略円錐台状のハブ703に固定された羽根車であり、例えば斜流板風機に用いられる羽根車である。図7線面図より斜流板701に対して液化二酸化炭素を流入させれば、羽702により液化二酸化炭素の流れ方向が変更されるので、この斜流板701を用いても、上記実施の形態と同様の効果が得られる。

【0033】実施の形態2

つぎに、本発明の他の形態について説明する。図8Aは、本実施の形態における超境界乾燥装置の構成を示す断面図である。本超境界乾燥装置は、密閉可能な容器101aとなり、容器101bは、容器上部101aと容器下部101bから構成されている。容器101b内には、反応室102が形成され、容器下部101bの反応室102内側には基板載置台103が固定され、基板載置台103上には処理対象の基板104が載置される。この実施の形態においても、前述した実施の形態と同様に、容器上部101aと容器下部101bは、分割可能であり、容器101bは、反応室102を外部に開放可能に構成されている。

【0034】また、ポンプ105には、液化二酸化炭素が収容され、この液化二酸化炭素が、圧送ポンプ106により配管107を圧送され、配管107に連通するノズル108から基板載置台103より注入される。配管107の途中には、配管107内に輸送される液化二酸化炭素の流量を制御するバルブ109が設けられており、また、反応室102内に導入された液化二酸化炭素は、排出口110から容器101外部に排出される。排出口110には、反応室102からの排出量を制御するバルブ111が設けられている。圧送ポンプ106からの圧送量とバルブ111の開閉量により反応室102内の圧力が制御できる。

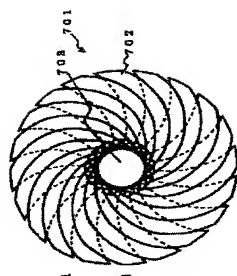
【0035】加えて、本実施の形態の超境界乾燥装置は、容器101側部に設けられたノズル108aと基板載置台103との間に、基板載置台102を設けるようにした。基板載置台102は、図8Bの上面図に示すように、複数の開口部821が設けられ、各開口部821には、基板812の中心から側面部に広がる方向に所定の角度で開いたフィン822が各々形成された構造となっている。このため、ノズル108aから吐出された液化二酸化炭素は、基板載置台102により基板104全域に広がって基板104上に供給される。また、基板載置台102より拡散された液化二酸化炭素は、基板104の一端側から基板104上に流れ込み、基板104全域を通過して基板104の他端側へ流れいく。

【0036】この結果、リンス処理を行った結果リンス液が付着している微細なパターンが形成された基板104を本装置で処理した場合、新たに流入した液化二酸化炭素により、すでに基板の上に流入してリンス液が流入した液化二酸化炭素が、基板外周へ押し流される状態となる。また、基板載置台102の幅を基板104と同程度の長さで形成しておけば、基板104が直径300mmと大ききものであっても、基板全域に均一に液化二酸化炭素を供給できるようになる。

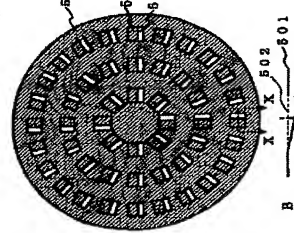
【0037】つぎに、本超境界乾燥装置を用いた超境界乾燥方法について説明する。以下では、基板上に電子線ポジ型レジストZEP-7000（日本ゼオン製）を用いてパターンを形成し、このパターン形成におけるリンス処理の後、超境界乾燥を行う場合について説明する。パターンは、上記レジストを厚さ250nm程度に基板に塗布し、電子線露光し、耐熱ノルマールヘキシンによる現像で形成した。パターン幅とパターン間隔は、50〜200nmの範囲で複数個形成した。また、リンス処理では、リンス液として2-プロパノールを用いた。【0038】まず、リンス液をすなわち2-プロパノールで濡れている基板104を基板載置台103（図8A）で覆った後、反応室102を密閉状態とした後、圧送ポンプ106を動作させかつバルブ109を開放し、ポンプ105より液化二酸化炭素をノズル108aに圧送し、ノズル108a先端より液化二酸化炭素を約100ミリリットル/minで吐出させる。また、バルブ110の開放量を制御することで、反応室102内の圧力、すなわち基板104およびパターン104a周囲の圧力を7.5MPaとし反応室102内の温度は23℃とした。

【0039】ノズル108aより吐出した液化二酸化炭素は、基板載置台102を介して基板104上に到達し、基板104表面は液化二酸化炭素に浸漬した状態となる。このとき、上述したように、基板104上の一端側より他端側へ流れいく液化二酸化炭素の流れが形成され、パターン104a間のリンス液も効率よく液化二酸化炭素に置換される。

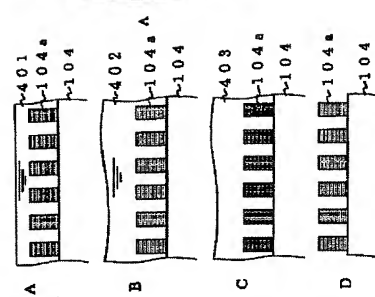
【図7】



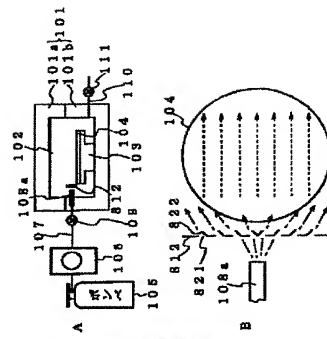
【図5】



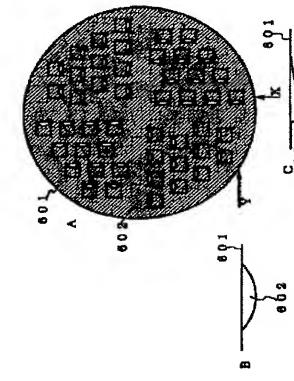
【図4】



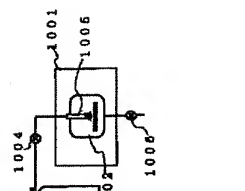
【図8】



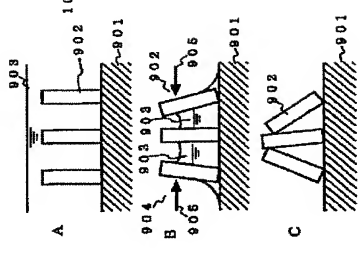
【図6】



【図10】



【図9】



【0040】この置換処理を20分間行なった後、反応室102内の圧力を7.5MPaのままとし、加えて液体二酸化炭素の温度を35℃として超臨界状態にし、基板104に超臨界二酸化炭素が流入する状態とする。この後、バルブ111の開放量を増大させ、反応室102内の圧力を低下させて超臨界二酸化炭素を気化させれば、パターン401a間にリンス液が残ることなく、パターン倒れのない状態で、パターン104aが形成された基板104が乾燥できる。

【0041】なお、上記実施の形態では、電子線レジストZEP-7000を用い、酢酸ノルマルヘキシルで現像することでパターンを形成し、また、2-プロパノールでリンス処理を行うようにしたが、これに限るものではない。本発明は、他のレジストを用いて他の現像液でパターンを形成し、また、他の処理液を用いたリンス処理を行う場合についても適用できるものである。また、シリコンや化合物半導体材料からなるパターンであって、本発明の超臨界乾燥装置を用いて超臨界乾燥を行うことで、パターン倒れを抑制できることになる。加えて、上記実施の形態では、超臨界流体として二酸化炭素を用いるようにしたが、これに限るものではなく、CHF₃やNO₂などの境界点を持つ種々の液体流体を用いるようにしても同様である。

【0042】【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、パターン層に付着しているリンス液を、効率よく二酸化炭素などの物質の液体に置換できるようにする。このため、パターン倒れの発生を極力抑制した状態で超臨界乾燥が行えるようになるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】
【図1】 本発明の実施の形態における超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。
【図2】 実施の形態の超臨界乾燥装置における斜流板112の構成を示す平面図Aと側面図Bである。
【図3】 実施の形態の超臨界乾燥装置における基板104上部付近における状態を示す斜視図である。
【図4】 実施の形態の超臨界乾燥装置を用いた超臨界乾燥方法を説明する工程図である。
【図5】 斜流板の他の形態を示す平面図Aと断面図Bである。
【図6】 斜流板の他の形態を示す平面図Aと断面図B、Cである。
【図7】 斜流板の他の形態を示す平面図である。
【図8】 本発明の他の形態における超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。
【図9】 リンス処理後の乾燥におけるパターン倒れを示す工程図である。
【図10】 従来の超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。
【図11】 従来の超臨界乾燥方法を説明する工程図である。

【符号の説明】
101…容器、101a…容器上部、101b…容器下部、102…反応室、103…基板載置台、104…基板、105…ポンプ、106…圧送ポンプ、107…配管、108…ノズル、109…バルブ、110…排出口、111…バルブ、112…斜流板、113…固定部材、121…開口部、122…フィン。

【図1】 本発明の実施の形態における超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。

【図2】 実施の形態の超臨界乾燥装置における斜流板112の構成を示す平面図Aと側面図Bである。

【図3】 実施の形態の超臨界乾燥装置における基板104上部付近における状態を示す斜視図である。

【図4】 実施の形態の超臨界乾燥装置を用いた超臨界乾燥方法を説明する工程図である。

【図5】 斜流板の他の形態を示す平面図Aと断面図Bである。

【図6】 斜流板の他の形態を示す平面図Aと断面図B、Cである。

【図7】 斜流板の他の形態を示す平面図である。

【図8】 本発明の他の形態における超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。

【図9】 リンス処理後の乾燥におけるパターン倒れを示す工程図である。

【図10】 従来の超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。

【図11】 従来の超臨界乾燥方法を説明する工程図である。

【符号の説明】
101…容器、101a…容器上部、101b…容器下部、102…反応室、103…基板載置台、104…基板、105…ポンプ、106…圧送ポンプ、107…配管、108…ノズル、109…バルブ、110…排出口、111…バルブ、112…斜流板、113…固定部材、121…開口部、122…フィン。

【図1】 本発明の実施の形態における超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。

【図2】 実施の形態の超臨界乾燥装置における斜流板112の構成を示す平面図Aと側面図Bである。

【図3】 実施の形態の超臨界乾燥装置における基板104上部付近における状態を示す斜視図である。

【図4】 実施の形態の超臨界乾燥装置を用いた超臨界乾燥方法を説明する工程図である。

【図5】 斜流板の他の形態を示す平面図Aと断面図Bである。

【図6】 斜流板の他の形態を示す平面図Aと断面図B、Cである。

【図7】 斜流板の他の形態を示す平面図である。

【図8】 本発明の他の形態における超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。

【図9】 リンス処理後の乾燥におけるパターン倒れを示す工程図である。

【図10】 従来の超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。

【図11】 従来の超臨界乾燥方法を説明する工程図である。

【符号の説明】
101…容器、101a…容器上部、101b…容器下部、102…反応室、103…基板載置台、104…基板、105…ポンプ、106…圧送ポンプ、107…配管、108…ノズル、109…バルブ、110…排出口、111…バルブ、112…斜流板、113…固定部材、121…開口部、122…フィン。

【図1】 本発明の実施の形態における超臨界乾燥装置の構成を示す構成図である。

【図2】 実施の形態の超臨界乾燥装置における斜流板112の構成を示す平面図Aと側面図Bである。

【図3】 実施の形態の超臨界乾燥装置における基板104上部付近における状態を示す斜視図である。

【図4】 実施の形態の超臨界乾燥装置を用いた超臨界乾燥方法を説明する工程図である。

【図5】 斜流板の他の形態を示す平面図Aと断面図Bである。

【図11】

